

Concise Explanation of JPA 2000-343964

From the line 27 of column 26 of Page 14, to the line 33 of column 27 of Page 15.

[0106] Fig. 18 is an explanatory drawing showing the hybrid vehicle of the second modification example. There are shown only the elements for transmitting the power. The electric line including the control unit, the drive circuit or the like is omitted. In the second modification example, a planetary gear 230 and an electric generator 240 are used instead of the clutch motor 130. Remaining constructions are identical to those in the hybrid vehicle of the first modification example.

[0107] A sun gear 231 of the planetary gear 230 is connected with a rotor 242 of the electric generator 240. A planetary carrier 233 is connected with a crankshaft 156 of the engine 150. A ring gear shaft 235 as a rotational shaft of a ring gear 234 is connected with an axle 114 through a differential gear 114.

[0108] The construction of the electric generator 240 is identical to that of the assist motor 140. Specifically, the electric generator 240 is a three-phase synchronous motor, wherein a coil is wound around the stator 244, and wherein a permanent magnet is attached to the rotor 242. The stator 244 is fixed in a case. A revolving magnetic field is established when a three-phase alternating current is supplied to the coil wound around the stator 244, and the rotor 242 is rotated by the mutual action between the revolving magnetic field and the permanent magnet. The electric generator 240 functions also as a generator for regenerating the power in the form of the electric power, when the rotor 242 is rotated by an external power. Additionally, the coil wound around the stator 244 of the electric generator 240 is electrically connected with the drive circuit 191, as the clutch motor 130 in the embodiment (see Fig. 1). The electric generator 240 can be controlled by turning ON or turning OFF a transistor of the drive circuit 191 by the control unit 190.

[0109] According to the hybrid vehicle of the second modification example, a combination of the planetary gear 230 and the electric generator 240 can also function as the clutch motor 130 of the embodiment shown in Fig. 1, i.e., a power adjusting device. A planetary carrier 233 corresponds to the inner rotor shaft 133 of the clutch motor 130, and the ring gear 234 corresponds to the outer rotor shaft 135.

[0110] When the power is inputted from the engine 150 to the planetary carrier 233, the ring gear 234 and the sun gear 231 are rotated, in accordance with the formula (1) presented in the embodiment. It is also possible to halt any one of the rotations of the ring gear 234 and the sun gear 231. A part of the power of the engine 150 can be mechanically transmitted to the axle 116 by rotating the ring gear 234. Moreover, the electric generator 240 can be driven by the part of the power of the engine 150 by the rotation of the sun gear 231, consequently, the electric power can be regenerated. On the other hand, if the electric generator 240 is power controlled, the torque of the electric generator 240 can be mechanically transmitted to the axle 116 through the sun gear 231, the planetary carrier 233 and the ring gear 234. Accordingly, it is also possible to amplify

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-343964

(P2000-343964A)

(43) 公開日 平成12年12月12日 (2000. 12. 12)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テーマコード (参考)

B 6 0 K 17/04

B 6 0 K 17/04

G 3 D 0 3 9

6/00

B 6 0 L 11/14

5 H 1 1 5

8/00

B 6 0 K 9/00

Z

B 6 0 L 11/14

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号

特願平11-157528

(22) 出願日

平成11年6月4日 (1999. 6. 4)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 山田 良則

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 永松 茂隆

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100096817

弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)

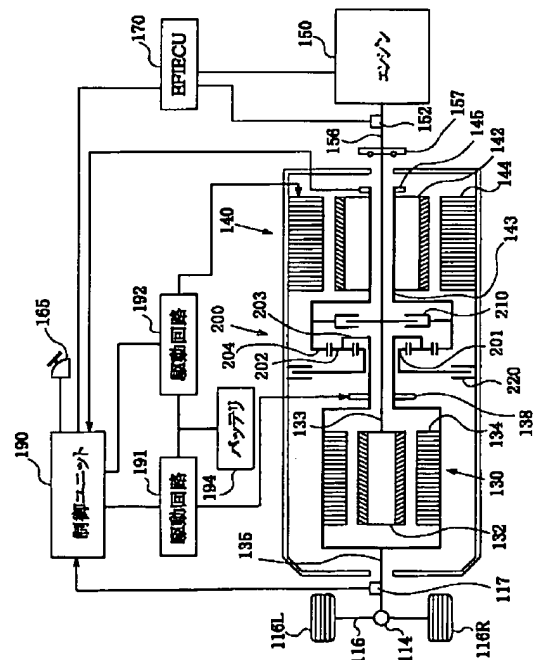
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動力出力装置およびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 ハイブリッド車両の運転可能領域を拡張するとともに、高効率での運転を実現する。

【解決手段】 クラッチモータ130を介して、エンジン150と車軸116とを結合する。プラネタリギヤ200のサンギヤ201にブレーキ220、プラネタリキャリア203にクラッチモータ130、リングギヤ204にアシストモータ140を結合する。更に、アシストモータとエンジンを結合するクラッチ210を設ける。高速走行時にはクラッチをオン、ブレーキをオフにして、アシストモータをエンジンに直結する。低速・高トルク走行時にはクラッチをオフ、ブレーキをオンにして、所定の減速比でクラッチモータに結合する。こうすることで、アシストモータから出力可能な動力範囲を車両の走行状態に応じて高速側または高トルク側に移行することができ、車両の運転可能領域を拡張することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 出力軸を有するエンジンと、動力を出力するための駆動軸と、前記出力軸及び駆動軸に結合され電力のやりとりによって前記エンジンから出力された動力を増減して前記駆動軸に伝達可能な動力調整装置とを備えるハイブリッド車両であって、
回転軸を有する電動機と、
該電動機の回転軸を前記出力軸と前記駆動軸とに切り替えて結合する機構であって、該出力軸および駆動軸に異なる変速比で結合する切替機構とを備えるハイブリッド車両。

【請求項2】 請求項1記載のハイブリッド車両であって、
前記切替機構は、
3つの回転軸のうち、2つの回転軸に前記電動機および動力調整装置がそれぞれ結合されたブラネタリギヤと、該ブラネタリギヤの残余の回転軸について、選択的に回転および制止可能な制止手段と、
前記電動機の回転軸と前記出力軸とを選択的に結合および解放可能な結合手段とを備える機構であるハイブリッド車両。

【請求項3】 請求項1記載のハイブリッド車両であって、
前記切替機構は、前記回転軸を前記出力軸に結合する際の変速比よりも大きい変速比で、前記回転軸を前記駆動軸に結合する機構であるハイブリッド車両。

【請求項4】 請求項1記載のハイブリッド車両であって、
さらに、該車両の運転状態を検出する検出手段と、
該運転状態に応じて前記切替機構を制御して、前記電動機の結合先を切り替える切替制御手段とを備えるハイブリッド車両。

【請求項5】 前記動力調整装置は、前記出力軸に結合された第1のロータと、前記駆動軸に結合された第2のロータとを有する対ロータ電動機である請求項1記載のハイブリッド車両。

【請求項6】 前記動力調整装置は、ロータ軸を有する発電機と、3つの回転軸を有し、該回転軸が前記出力軸、駆動軸、およびロータ軸にそれぞれ結合されたブラネタリギヤとを備える装置である請求項1記載のハイブリッド車両。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、動力源としてエンジンと電動機とを備えるハイブリッド車両に関し、詳しくは、前記電動機の結合先を前記エンジンの出力軸と駆動軸とに切り替え可能な切替機構を有するハイブリッド車両に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、エンジンと電動機とを動力源とす

るハイブリッド車両が提案されている（例えば特開平9-47094に記載の技術等）。ハイブリッド車両の一種としていわゆるパラレルハイブリッド車両がある。パラレルハイブリッド車両は、エンジンから駆動軸に伝達される動力の大きさを電力のやりとりによって調整可能な動力調整装置を備える。エンジンから出力された動力は、その一部が動力調整装置により駆動軸に伝達され、残余の動力が電力として回生される。この電力はバッテリーに蓄電されたり、エンジン以外の動力源としての電動機を駆動するのに用いられる。パラレルハイブリッド車両は、上述の動力の伝達過程において、動力調整装置および電動機を制御することによって、エンジンから出力された動力を任意の回転数およびトルクで駆動軸に出力することができる。駆動軸から出力すべき要求動力に関わらずエンジンは運転効率の高い運転ポイントを選択して運転することができるため、ハイブリッド車両はエンジンのみを駆動源とする従来の車両に比べて省資源性および排気浄化性に優れている。

【0003】パラレルハイブリッド車両における電動機の結合先は、駆動軸とエンジンの出力軸の2通りが可能である。電動機を駆動軸に結合した場合は、エンジン側からエンジン、動力調整装置、電動機の順に結合された構成となる。図21は電動機を駆動軸に結合したハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。ここでは、動力調整装置として、相対的に回転可能なインナロータIRとアウトロータORとを備える対ロータ電動機CMを適用した場合を示した。図示する通り、エンジンEGの出力軸CSに、動力調整装置としての対ロータ電動機CMが結合され、駆動軸DSに電動機AMが結合される。かかる構成では、エンジンの回転数よりも駆動軸の回転数が低いアンダードライブ走行時に運転効率が高くなる特性がある。

【0004】図22はアンダードライブ結合において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも高い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。エンジンEGから出力される動力は、回転を低減するとともにトルクを増大して駆動軸DSから出力される。エンジンEGから出力された動力PU1は、対ロータ電動機CMによって回転数のみが低減された動力PU2として伝達される。この際、対ロータ電動機CMでは、2つのロータ間に相対的な滑りが生じるから、両ロータ間の回転数差に基づいて発電が行われる。この結果、エンジンEGから出力された動力の一部は電力EU1として回生される。この電力によってアシストモータAMを力行し、不足分のトルクを補償することによって、要求された回転数およびトルクからなる動力PU3が駆動軸DSに出力される。

【0005】図23はアンダードライブ結合において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも低い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。エンジンE

Gから出力された動力PU1は、対ロータ電動機CMを力行することによって回転数のみが増速された動力PU4として伝達される。次に、アシストモータAMで負荷を与えて、余剰のトルクを低減することによって、要求された回転数およびトルクからなる動力PU3が駆動軸DSに出力される。アシストモータAMでは動力PU4の一部を電力EU2として再生することによって負荷を与える。この電力は対ロータ電動機CMの力行に用いられる。

【0006】両者を比較すると、エンジンEGの回転数が駆動軸の回転数よりも高い場合(図22)では、エンジンから出力された動力が駆動軸に伝達される経路において、上流側に位置する対ロータ電動機CMで再生された電力が下流側に位置するアシストモータAMに供給される。エンジンEGの回転数が駆動軸の回転数よりも低い場合(図23)では、逆に、下流側に位置するアシストモータAMで再生された電力が上流側に位置する対ロータ電動機CMに供給される。対ロータ電動機CMに供給された電力は、再び機械的な動力として下流側に位置するアシストモータAMに供給される。この結果、図23中に示す動力の循環 $\gamma 1$ が生じる。動力の循環 $\gamma 1$ が生じると、エンジンEGから出力された動力のうち、有効に駆動軸DSに伝達される動力が低減するため、ハイブリッド車両の運転効率が低下する。

【0007】逆に、電動機を出力軸に結合した場合は、エンジン、電動機、動力調整装置の順に結合した構成となる。図24は電動機を出力軸に結合したハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。図示する通り、エンジンEGの出力軸CSに電動機AMが結合され、駆動軸DSに動力調整装置としての対ロータ電動機CMが結合される。かかる構成では、逆に、エンジンの回転数よりも駆動軸の回転数が高いオーバードライブ走行時に運転効率が上がる特性がある。

【0008】図25はオーバードライブ結合において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも高い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。図26はオーバードライブ結合において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも低い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。伝達される動力について、回転数の調整は対ロータ電動機CMでのみ可能であるため、オーバードライブ結合では、アンダードライブ結合の場合と逆の現象が起きる。エンジンEGの回転数が駆動軸の回転数よりも低い場合(図25)では、下流側に位置する対ロータ電動機CMで再生された電力EO1が上流側に位置するアシストモータAMに供給される。逆に、エンジンEGの回転数が駆動軸の回転数よりも高い場合(図26)では、上流側に位置するアシストモータAMにより再生されたEO2が下流側に位置する対ロータ電動機CMに供給される。従って、電動機をエンジンの出力軸に結合した状態では、前者の場合に図25に示す動力の

循環 $\gamma 2$ が生じ、ハイブリッド車両の運転効率が低下する。

【0009】このようにハイブリッド車両では、車速および出力トルクで表される車両の運転領域において、電動機AMの結合先によって効率が上がる領域が変動する。ハイブリッド車両では、目的とする車両の走行領域を考慮して、可能な限り広範囲で高効率での運転を実現できるよう、電動機の結合先を決定する必要がある。

【0010】一方、ハイブリッド車両では、以下の理由から変速ギヤを設けるのが通常である。図21では、電動機AMが直接車軸に結合された状態で概略構成を図示した。実際には、電動機AMと車軸との間(図中の領域TG部)において、変速ギヤが設けられる。変速ギヤのギヤ比は電動機AMの定格を考慮して設定される。ハイブリッド車両では、上述の通り、電動機AMも動力源として使用する。ここで、電動機AMの大きさは車両に搭載可能な範囲に抑える必要がある。このため、高トルクが要求される走行状態においては、電動機AMから直接出力されるトルクでは不足するのが通常である。従来のハイブリッド車両では、高トルクが要求された場合に電動機AMから十分なトルクを車軸に出力することができるよう、TG部に減速ギヤが設けられている。減速ギヤの作用により、電動機AMから出力された動力は、回転数を低減し、トルクを増大した動力に変換されて車軸に伝達されるため、高トルクを出力することが可能となる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】従来のハイブリッド車両では、車両の運転可能領域を十分に広げることに対し2つの制約があった。第1の制約は運転効率である。先に説明した通り、アンダードライブ結合(図21)ではエンジンEGの回転数が駆動軸DSの回転数よりも高い運転状態において効率が高く、その逆の運転状態においては効率が低くなる特性がある。オーバードライブ結合(図21)では、エンジンEGの回転数が駆動軸DSの回転数よりも低い運転状態において効率が高く、その逆の運転状態においては効率が低くなる特性がある。いずれの結合状態で設定しても、エンジンEGの回転数が駆動軸DSとの回転数よりも高い場合および低い場合の双方で高効率の運転を維持することはできない。

【0012】第2の制約は減速ギヤの設定およびモータの定格に起因する制限である。上述の通り、高トルクの要求に対して十分なトルクを出力するためには電動機AMと車軸との間に減速ギヤを設ける必要があった。しかしながら、減速ギヤを設けた場合には、高速走行が困難である。車軸を高い回転数で回転させるためには、電動機AMを車軸よりも更に高い回転数で回転させる必要が生じる。電動機AMの回転数および対ロータ電動機CMの回転数には上限が存在するのが通常であるから、車軸はこの上限値に減速ギヤのギヤ比を乗じた範囲までしか

回転し得ない。特に対ロータ電動機CMでは、回転中のアウトロータORに電力を供給する必要があるため、回転の上限値は比較的低い。かかる要因によって、従来のハイブリッド車両では高速側の運転領域にも制限が存在した。

【0013】もちろん、十分高速運転することができるように減速ギヤのギヤ比を設定することも可能である。このように設定されたギヤ比は、低速時において出力可能なトルクの上限値が抑制されることになる。TG部にギヤ比を変速可能な変速機構を設けることもできるが、構成が複雑になるという別の課題を生じることになる。また、図21および図24の構成は、動力調整装置CMおよび電動機AMの作用によってエンジンEGの出力軸CSの回転数およびトルクを任意に変換して駆動軸DSに出力可能な構成である。このように変速作用を奏する構成を有しているにも関わらず、更に変速機を備えることは、装置としての無駄が大きく、装置の大きさおよび製造コストを不必要に増大させるものであるため、好ましくない。上記説明では、動力調整装置として対ロータ電動機CMを搭載した場合を例示したが、これらの課題はかかる構成に限定されるものではない。

【0014】本発明はこれらの課題を解決するためになされ、広範な領域で高効率での運転を実現可能なハイブリッド車両を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上記課題の少なくとも一部を解決するために、本発明は以下の構成を採用した。本発明のハイブリッド車両は、出力軸を有するエンジンと、動力を出力するための駆動軸と、前記出力軸及び駆動軸に結合され電力のやりとりによって前記エンジンから出力された動力を増減して前記駆動軸に伝達可能な動力調整装置とを備えるハイブリッド車両であって、回転軸を有する電動機と、該電動機の回転軸を前記出力軸と前記駆動軸とに切り替えて結合する機構であって、該出力軸および駆動軸に異なる変速比で結合する切替機構とを備えることを要旨とする。

【0016】先に説明した通り、エンジン、動力調整装置、および電動機とを備えるハイブリッド車両では、運転領域によって、換言すればエンジンの出力軸と駆動軸との回転状態に応じて動力の循環が生じ、運転効率が低下する。動力の循環の発生は電動機の結合状態に関連する。上記ハイブリッド車両によれば、電動機の結合先を出力軸と駆動軸とで切り換え可能である。電動機の結合先を適宜切り換えることにより、動力の循環を抑制することができ、広範囲の運転領域で高い効率での運転を実現することができる。

【0017】また、上記ハイブリッド車両は電動機の運転可能な範囲による制約を抑制し、広範囲の運転領域で走行することができる。ハイブリッド車両に高トルクが要求されている場合、十分なトルクを出力するために

は、減速しつつトルクを増大する減速機を介して電動機を結合することが好ましい。一方、ハイブリッド車両を高速で走行する場合、高い回転数で駆動軸を回転するためには、トルクを低減しつつ増速する増速機を介して電動機を結合することが好ましい。上記ハイブリッド車両では、電動機の結合先を切り換えるとともに、結合時の変速比をも切り換えることができる。従って、ハイブリッド車両の運転状態に応じて好ましい変速比で電動機を結合することができる。

10 【0018】しかも、本発明のハイブリッド車両は、電動機の結合先の切り換えと、変速比の変更とを上記切替機構により同時に実現することができる。従って、結合先の切り換えを行う機構と、変速比を変更する機構とを個別に備える場合に比較して装置の構成を単純化することができる。これに伴い、装置のサイズおよび製造コストを抑制することも可能となる。

20 【0019】なお、本発明のハイブリッド車両では、電動機の変速比を少なくとも2通りに変更可能であればよい。即ち、出力軸および駆動軸の両者について、それぞれ変速して電動手段を介して結合することは要求されず、少なくとも一方に変速手段が介在していればよい。つまり、出力軸および駆動軸の一方については変速手段を介することなく電動機を直結状態とし、他方の回転軸に結合する際に変速手段を介して結合する態様を採るものとしてもよい。

30 【0020】本発明のハイブリッド車両において、切替機構は、種々の構成を適用可能である。例えば、前記切替機構は、3つの回転軸のうち、2つの回転軸に前記電動機および動力調整装置がそれぞれ結合されたブラネタリギヤと、該ブラネタリギヤの残余の回転軸について、選択的に回転および制止可能な制止手段と、前記電動機の回転軸と前記出力軸とを選択的に結合および解放可能な結合手段とを備える機構であるものとして行うことができる。もちろん、かかる機構に限定されるものではない。

40 【0021】ブラネタリギヤは、中心で回転するサンギヤ、サンギヤの外周を自転しながら公転するブラネタリビニオンギヤを備えるブラネタリキャリアと、更にその外周で回転するリングギヤとから構成される。上述の3つの回転軸とは、サンギヤ、ブラネタリキャリア、リングギヤにそれぞれ結合された回転軸を意味する。周知の事実であるが、ブラネタリギヤは、これらの3つの回転軸のうち2つの回転軸の回転状態が決まると残余の回転軸の回転状態が決まるという特性を有している。

50 【0022】上記構成の切替機構の作用について説明する。電動機の回転軸と出力軸とを解放した場合を考える。電動機はエンジンの出力軸とは切り離された状態となる。このとき、上記制止手段によってブラネタリギヤの一つの回転軸の回転を制止する。この結果、電動機および動力調整装置の一方の回転状態が決まれば他方の回転状態も決まるため、両者はギヤで結合されたのと同価

な状態になる。結合のギヤ比は、ブラネタリギヤのギヤ比によって定まる。

【0023】一方、上記結合手段によって電動機の回転軸と出力軸とを結合した場合を考える。電動機はエンジンの出力軸に結合された状態となる。エンジンに結合される変速比は結合手段によって定まる。このとき、上記制止手段を解放してブラネタリギヤの一つの回転軸を解放し、自由に回転可能とする。この結果、電動機および動力調整装置の一方の回転状態が決定しても、他方の回転状態は決まらなくなる。換言すれば、電動機と動力調整装置とは共に任意の回転状態で回転可能となり、両者間の結合が切り離されたのと等価な状態になる。

【0024】このように上記構成の切替機構によれば、結合手段および制止手段を操作することにより、電動機の結合先を出力軸と駆動軸とで切り換えることができる。また、ブラネタリギヤの変速比および結合手段の変速比に応じて、それぞれ任意の変速比で電動機を結合することが可能となる。上記切替機構によれば、これらの作用を一つのまとまった機構で実現することができる点でも好ましい。なお、ブラネタリギヤの3つの回転軸への結合状態については、種々の態様が選択可能である。

【0025】本発明のハイブリッド車両において、電動機を出力軸および駆動軸に結合する際の変速比は目的とする運転領域を考慮して種々設定することが可能であるが、特に、前記切替機構は、前記回転軸を前記出力軸に結合する際の変速比よりも大きい変速比で、前記回転軸を前記駆動軸に結合する機構であるものとすることが望ましい。

【0026】先に説明した通り、ハイブリッド車両の運転効率向上のためには、エンジンの出力軸の回転数が駆動軸の回転数よりも高い状態、即ち比較的低速での走行状態において電動機を駆動軸側に結合することが好ましい。低速走行時には高トルクが要求される場合が多い。従って、比較的大きな変速比、即ち電動機の動力を、回転数を低減しトルクを増大する態様で出力することができる変速比を実現することが好ましい。

【0027】一方、出力軸の回転数が駆動軸の回転数よりも低い状態、即ち比較的高速での走行状態においては、電動機を出力軸側に結合することが好ましい。高速走行時には当然、高回転での運転が要求される。従って、比較的小さい変速比、即ち電動機の動力を、トルクを低減しつつ回転数を増大する態様で出力することができる変速比を実現することが好ましい。

【0028】上記構成の切替機構によれば、電動機を出力軸に対しては小さい変速比で結合し、駆動軸に対しては大きい変速比で結合することができる。従って、ハイブリッド車両の運転効率を向上しつつ、運転可能な領域を低速・高トルク側および高速側の双方に拡張することができる。

【0029】本発明のハイブリッド車両においては、前

記切替機構を手動で操作することで電動機の結合先を切り換えるものとすることも可能であるが、さらに、該車両の運転状態を検出する検出手段と、該運転状態に応じて前記切替機構を制御して、前記電動機の結合先を切り替える切替制御手段とを備えるものとすることが望ましい。さらに、かかる制御の許可・禁止を指定する操作部を設けることも可能である。

【0030】こうすれば、車両の運転状態に応じて電動機の結合先を適切に切り換えることができ、広範な運転領域で高効率の運転を実現することができる。当然、運転者が結合先の切替操作を行う必要がなくなるため、運転時の負担を軽減することもできる。

【0031】本発明のハイブリッド車両において、前記動力調整装置は、種々の構成を適用可能である。例えば、前記動力調整装置は、前記出力軸に結合された第1のロータと、前記駆動軸に結合された第2のロータとを有する対ロータ電動機であるものとすることができる。

【0032】かかる対ロータ電動機によれば、第1のロータと第2のロータとの電磁的な結合により一方のロータから他方のロータに動力を伝達することが可能である。また、両者間の相対的な滑りによって動力の一部を電力として回生することも可能である。上述の対ロータ電動機は、これらの2つの作用によって動力調整装置として機能することができる。

【0033】また、前記動力調整装置は、ロータ軸を有する発電機と、3つの回転軸を有し、該回転軸が前記出力軸、駆動軸、およびロータ軸にそれぞれ結合されたブラネタリギヤとを備える装置であるものとすることもできる。

【0034】かかる構成によれば、ブラネタリギヤの一般的な動作に基づいて、出力軸の回転による動力を駆動軸とロータ軸に分配して伝達することができる。従って、出力軸に輸入された動力の一部を駆動軸に伝達するとともに、ロータ軸に分配された動力を発電機によって電力として回生することができる。上述の装置は、これらの2つの作用によって動力調整装置として機能することができる。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。

(1) 実施例の構成：はじめに、実施例の構成について図1を用いて説明する。図1は本実施例のハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。このハイブリッド車両の動力系統は、次の構成から成っている。動力系統に備えられたエンジン150は通常のガソリンエンジンであり、クランクシャフト156を回転させる。エンジン150の運転はEFIECU170により制御されている。EFIECU170は内部にCPU、ROM、RAM等を有するワンチップ・マイクロコンピュータであり、ROMに記録されたプログラムに従いCPUがエン

ジン150の燃料噴射料その他の制御を実行する。これらの制御を可能とするために、EFI ECU170にはエンジン150の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。その一つとしてクランクシャフト156の回転数を検出する回転数センサ152がある。その他のセンサおよびスイッチなどの図示は省略した。なお、EFI ECU170は、制御ユニット190とも電氣的に接続されており、制御ユニット190との間で種々の情報を、通信によってやりとりしている。EFI ECU170は、制御ユニット190からエンジン150の運転状態に関する種々の指令値を受けてエンジン150を制御している。

【0036】エンジン150のクランクシャフト156はクラッチモータ130に結合されている。クラッチモータ130は、インナロータ軸133に結合されたインナロータ132とアウトロータ軸135に結合されたアウトロータ134を備え、両者が相対的に回転可能な対ロータ電動機である。クラッチモータ130のインナロータ軸133はダンバ157を介してクランクシャフト156に結合されている。アウトロータ軸135はディ

【0037】本実施例のハイブリッド車両の動力系統には、さらにアシストモータ140が設けられている。アシストモータ140はステータ144がケースに固定され、ロータ142は中空のロータ軸143を有している。

＊

$$N_s = (1 + \rho) / \rho \times N_c - N_r / \rho ;$$

$$N_c = \rho / (1 + \rho) \times N_s + N_r / (1 + \rho) ;$$

$$N_r = (1 + \rho) N_c - \rho N_s ;$$

$$T_s = T_c \times \rho / (1 + \rho) = \rho T_r ;$$

$$T_r = T_c / (1 + \rho) ;$$

$$\rho = \text{サンギヤ201の歯数} / \text{リングギヤ202の歯数} \quad \dots (1)$$

【0041】ここで、 N_s はサンギヤ201の回転数； T_s はサンギヤ201のトルク； N_c はブラネタリキャリア203の回転数； T_c はブラネタリキャリア203のトルク； N_r はリングギヤ204の回転数； T_r はリングギヤ204のトルク；である。

【0042】クラッチモータ130、アシストモータ140の構成について説明する。クラッチモータ130は、既に説明した通り、対ロータの同期電動発電機として構成されており、外周面に複数個の永久磁石を有するインナロータ132と、回転磁界を形成する三相コイルが巻回されたアウトロータ134とを備える。アウトロータ134とインナロータ132とは、共に相対的に回転可能に軸支されている。クラッチモータ130はインナロータ132に備えられた永久磁石による磁界とアウトロータ134に備えられた三相コイルによって形成される磁界との相互作用により両者が相対的に回転駆動す

＊【0038】動力系統について、エンジン側を上流、車軸116側を下流と呼ぶものとする、本実施例のハイブリッド車両は、アシストモータ140の結合先をクラッチモータ130の上流側と下流側とに切り換えるための切替機構を有している。切替機構は、ブラネタリギヤ200、クラッチ210、およびブレーキ220から構成される。以下、この切替機構の構成について説明する。

【0039】ブラネタリギヤ200は遊星歯車とも呼ばれる機構であり、中心で回転するサンギヤ201、サンギヤの外周を自転しながら公転するブラネタリピニオンギヤ202を備えるブラネタリキャリア203と、更にその外周で回転するリングギヤ204とから構成される。本実施例では、図示する通り、クラッチモータ130のアウトロータ軸135がブラネタリキャリア203に結合され、アシストモータ140のロータ軸143がリングギヤ204に結合されている。サンギヤ201は、ブレーキ220により回転を制止可能に構成されている。また、ロータ軸143はクラッチ210によってインナロータ軸133に結合可能となっている。

【0040】ブラネタリギヤ200は、サンギヤ201、ブラネタリキャリア203およびリングギヤ204のそれぞれに結合された回転軸の回転数およびトルクに以下の関係が成立することが機構学上よく知られている。即ち、上記3つの回転軸のうち2つの回転軸の動力状態が決定されると、以下の関係式に基づいて残余の1つの回転軸の動力状態が決定される。

る電動機として動作し、場合によってはこれらの相互作用によりアウトロータ134に巻回された三相コイルの両端に起電力を生じさせる発電機としても動作する。なお、クラッチモータ130は、インナロータ132とアウトロータ134との間の磁束密度が円周方向に正弦分布する正弦波着磁モータを適用することも可能であるが、本実施例では、比較的大きなトルクを出力可能な非正弦波着磁モータを採用した。

【0043】クラッチモータ130はインナロータ132とアウトロータ134の双方が回転可能であるため、インナロータ軸133およびアウトロータ軸135の一方から入力された動力を他方に伝達することができる。クラッチモータ130を電動機として力行運転すれば他方の軸にはトルクが付加された動力が伝達されることになるし、電動発電機として回生運転すれば動力の一部を電力の形で取り出しつつ残余の動力を伝達することがで

きる。また、力行運転も回生運転も行わなければ、動力が伝達されない状態となる。この状態は機械的なクラッチを解放にした状態に相当する。

【0044】クラッチモータ130のアウトロータ134はスリップリング138および駆動回路191を介してバッテリー194に電氣的に接続されている。駆動回路191は内部にスイッチング素子としてのトランジスタを複数備えたトランジスタインバータであり、制御ユニット190と電氣的に接続されている。制御ユニット190が駆動回路191のトランジスタのオン・オフの時間 10をPWM制御するとバッテリー194を電源とする三相交流がスリップリング138を介してクラッチモータ130のアウトロータ134に流れる。この三相交流によりアウトロータ134には回転磁界が形成されクラッチモータ130は回転する。

【0045】アシストモータ140も、クラッチモータ130と同様に同期電動発電機として構成され、外周面に複数の永久磁石を有するロータ142と、回転磁界を形成する三相コイルが巻回されたステータ144とを 20備える。ステータ144がケースに固定されている点で、クラッチモータ130とは異なっている。アシストモータ140は駆動回路192を介してバッテリー194に接続されている。駆動回路192もトランジスタインバータにより構成されており、制御ユニット190に電氣的に接続されている。制御ユニット190の制御信号により駆動回路192のトランジスタをスイッチングすると、ステータ144に三相交流が流れて回転磁界を生じ、アシストモータ140は回転する。本実施例では、アシストモータ140として非正弦波着磁モータを適用した。

【0046】本実施例のハイブリッド車両の運転状態は制御ユニット190により制御されている。制御ユニット190もEFIECU170と同様、内部にCPU、ROM、RAM等を有するワンチップ・マイクロコンピュータであり、ROMに記録されたプログラムに従い、CPUが後述する種々の制御処理を行うよう構成されている。これらの制御を可能とするために、制御ユニット190には、各種のセンサおよびスイッチが電氣的に接続されている。制御ユニット190に接続されているセンサおよびスイッチとしては、アクセルペダルの操作量 40を検出するためのアクセルペダルポジションセンサ165、車軸116の回転数を検出する回転数センサ117、およびアシストモータ140の回転数を検出する回転数センサ145等が挙げられる。制御ユニット190は、EFIECU170とも電氣的に接続されており、EFIECU170との間で種々の情報を、通信によってやりとりしている。制御ユニット190からエンジン150の制御に必要な情報をEFIECU170に出力することにより、エンジン150を間接的に制御することができる。逆にエンジン150の回転数などの情報を 50

EFIECU170から入力することもできる。

【0047】本実施例のハイブリッド車両は、ブラネタリギヤ200の作用により、上記クラッチ210およびブレーキ220のオン・オフを変更することにより、アシストモータ140の結合状態を種々変更することができる。図2はアシストモータ140の結合状態について示す説明図である。クラッチ210のオン・オフおよびブレーキ220のオン・オフで実現される4通りの組合せについて示した。なお、クラッチ210およびブレーキ220のオン・オフは制御ユニット190により制御される。

【0048】左上には、結合状態Aとして、クラッチ210およびブレーキ220を共にオンにした場合の状態を示した。ブレーキ220がオンとなっているため、サンギヤ201の回転は制止され、回転数は値0となる。この結果、上式(1)から明らかな通り、ブラネタリギヤ203の回転数はリングギヤ204の回転数に応じて一義的に定まる。一方、クラッチ210が結合されているため、アシストモータ140はインナロータ軸、 20即ちエンジン150の出力軸側に結合される。アシストモータ140はリングギヤ204にも結合されているから、リングギヤ204はエンジン150と同じ回転数で回転することになる。従って、結合状態Aでは、エンジン150の回転数に対して一義的に定まる回転数で車軸は回転することになる。結合状態Aでは、エンジン150から出力された動力の回転状態を任意に変更して車軸に出力することはできない。

【0049】右上には、結合状態Bとして、クラッチ210をオフにし、ブレーキ220をオンにした場合の結合状態を示した。ブレーキ220がオンになっているため、ブラネタリギヤ200についての回転状態は、結合状態Aと同じである。一方、クラッチ210がオフになっているため、アシストモータ140はエンジン150の回転数とは異なる回転数で回転可能である。車軸の目標回転数に応じてクラッチモータ130のアウトロータ軸の回転数Ndが決定されると、上式(1)に従ってリングギヤ204の回転数Nuは、「 $Nu = (1 + \rho) Nd$ 」で与えられる。即ち、アシストモータ140は減速比が $1 + \rho$ で与えられる固定のギヤを介してアウトロータ軸に結合された状態と等価である。 30

【0050】図3はクラッチ210をオフにし、ブレーキ220をオンにした場合と等価な結合状態を模式的に示す説明図である。等価な構成においては、図示する通り、アシストモータ140は固定の変速ギヤTG1、TG2を介してアウトロータ軸135に結合される。変速ギヤTG1、TG2の変速比は「 $1 + \rho$ 」である。即ち、アシストモータ140の回転数は、「 $1 / (1 + \rho)$ 」倍に減速されてアウトロータ軸135に伝達される。逆にトルクは $(1 + \rho)$ 倍されてアウトロータ軸135に伝達される。図21との比較から明らかな通り、

この結合状態は、アンダードライブ結合に相当する。従って、以下の説明では、結合状態Bをアンダードライブ結合と称する。

【0051】図2の左下には、結合状態Cとして、クラッチ210をオンにし、ブレーキ220をオフにした場合の結合状態を示した。ブレーキ220がオフになっているため、サンギヤ201は自由に回転することができる。先に示した(1)式から明らかな通り、プラネタリギヤ203に結合されたアウトロータまたはリングギヤ204に結合されたアシストモータ140の一方の回転状態を特定しても、他方の回転状態は特定され得ない。つまり、アシストモータ140とクラッチモータ130とは結合が解放された状態と等価になる。一方、結合状態Cではクラッチ210がオンになっているため、アシストモータ140がエンジン150の出力軸に直結される。図4はクラッチ210をオンにし、ブレーキ220をオフにした場合と等価な結合状態を模式的に示す説明図である。この結合状態は、図21に示した結合状態と同じであり、オーバードライブ結合に相当する。従って、以下の説明では、結合状態Cをオーバードライブ結合と称する。

【0052】図2の右下には、結合状態Dとして、クラッチ210およびブレーキ220を共にオフとした場合の結合状態を示した。ブレーキ220がオフになっているため、プラネタリギヤ200の結合状態は結合状態Cの場合と同じである。即ち、クラッチモータ130とアシストモータ140とは解放された状態となる。一方、クラッチ210も解放されているため、アシストモータ140とエンジン150の結合も解放されている。従って、アシストモータ140は動力の伝達経路から完全に切り離された状態に相当する。

【0053】本実施例のハイブリッド車両は、上述の通り、クラッチ210およびブレーキ220のオン・オフによって4通りの結合状態をとり得る。但し、上述の通り、ハイブリッド車両の走行に実質的に有効なのは、結合状態B(アンダードライブ結合)と結合状態C(オーバードライブ結合)である。従って、本実施例では、図2中の4通りの結合状態のうち、これら2通りの結合状態を車両の走行状態に応じて使い分けている。

【0054】(2) 一般的動作：次に、本実施例のハイブリッド車両の一般的動作として、エンジン150から出力された動力を要求された回転数およびトルクに変換して車軸116に出力する動作について説明する。以下では、説明の容易のため、ディファレンシャルギヤ114のギヤ比は値1であるものとして説明する。つまり、車軸116の回転数およびトルクとアウトロータ軸135の回転数およびトルクは等しいものとする。

【0055】本実施例のハイブリッド車両では、エンジン150の回転数 N_e と車軸116の回転数 N_d との大

て、上記変換の経路が異なる。以下、それぞれの場合について個別に説明する。

【0056】最初にアンダードライブ結合(図3参照)について説明する。図5はアンダードライブ結合について、「車軸116の回転数 N_d <エンジン150の回転数 N_e 」の場合におけるトルク変換の様子を示す説明図である。横軸に回転数 N 、縦軸にトルク T を採り、エンジン150の運転ポイント P_e と車軸116の回転ポイント P_d を示した。図6中の曲線 P は動力、つまり回転数とトルクの積が一定の曲線である。回転数 N_e 、トルク T_e でエンジン150から出力された動力 P_e を、 N_e よりも低い回転数 N_d 、 T_e よりも高いトルク T_d の動力 P_d に変換して車軸116から出力する場合を考える。

【0057】図5に示した変換を行う場合、車軸116の回転数 N_d はエンジン150の回転数 N_e よりも小さい。クラッチモータ130はアウトロータが回転数 N_d で回転し、インナロータがそれよりも高い回転数 N_e で回転するから、クラッチモータ130は、相対的に逆転することになり、クラッチモータ130の回転数 N_c は負の値となる。クラッチモータ130のトルク T_c は作用・反作用の原理からエンジン150の出力トルク T_e と等しく、正の値である。つまり、クラッチモータ130はエンジン150から出力された動力の一部を車軸116に伝達しつつ、残りを電力として回生する状態で運転される。このとき、回生される電力はクラッチモータ130の回転数 N_c とトルク T_c の積に等しく、図5中のハッチングを施した領域 $GU1$ の面積に等しい。

【0058】一方、車軸116のトルク T_d はエンジン150のトルク T_e よりも大きい。従って、アシストモータ140は正のトルク、正の回転数で運転される。つまり、アシストモータ140は電力の供給を受け力行される。このとき供給される電力はアシストモータ140が出力する動力、即ち回転数とトルクの積に等しい。図3に示した通り、アンダードライブ結合時には、アシストモータ140はギヤ比「 $1+\rho$ 」の変速ギヤ $TG1$ 、 $TG2$ を介してアウトロータ軸135に結合されたのと等価な状態である。変速ギヤ $TG1$ 、 $TG2$ の回転数はアウトロータ軸135の回転数 N_d に等しい。また、変速ギヤ $TG1$ 、 $TG2$ からアウトロータ軸135に付加されるトルクは車軸116のトルク T_d とエンジンのトルク T_e との差分に等しい。変速ギヤ $TG1$ 、 $TG2$ から出力される動力とアシストモータ140から出力される動力とは実質的に同一である。従って、アシストモータ140に供給される電力は、図5中のハッチングを施した領域 $AU1$ の面積に等しい。

【0059】両モータでの運転効率を100%と仮定すれば、クラッチモータ130で回生される電力とアシストモータ140に供給される電力とは等しくなる。つまり、クラッチモータ130で領域 $GU1$ に相当する分の

エネルギーを電力の形で取り出し、領域AU1に相当する分のエネルギーとして供給することによりエンジン150の運転ポイントPeで表される動力を、ポイントPdの状態に変換する。実際には運転効率が100%になることはないため、バッテリー194からの電力の持ち出しを伴ったり、損失に相当する動力をエンジン150から余分に出力したりして、上記変換を実現する。説明の容易のため、以下では、運転効率を100%として本実施例の動作について説明する。

【0060】図6はアンダードライブ結合について、
「車軸116の回転数Nd>エンジン150の回転数Ne」の場合におけるトルク変換の様子を示す説明図である。図6に示した変換を行う場合、車軸116の回転数Ndはエンジン150の回転数Neよりも大きい。従って、クラッチモータ130は、正の回転数Nc、正のトルクTcで回転する。つまり、クラッチモータ130は電力の供給を受けて力行される。このとき、供給される電力はクラッチモータ130の回転数とトルクの積に等しく、図6中のハッチングを施した領域「GU2+GU3」の面積に等しい。一方、車軸116のトルクTdは*20

$$\text{クラッチモータ130の回転数 } N_c = N_d - N_e ;$$

$$\text{トルク } T_c = T_e ;$$

$$\text{変速ギヤTG1の回転数 } N_{tg} = N_d ;$$

$$\text{トルク } T_{tg} = T_d - T_e ;$$

$$\text{アシストモータ140の回転数 } N_a = N_{tg} / (1 + \rho)$$

$$= N_d / (1 + \rho) ;$$

$$\text{トルク } T_a = T_{tg} \times (1 + \rho)$$

$$= (T_d - T_e) \times (1 + \rho) ;$$

・・・(2)

【0062】図7はオーバードライブ結合について、
「車軸116の回転数Nd<エンジン150の回転数Ne」の場合におけるトルク変換の様子を示す説明図である。図7に示した変換を行う場合、車軸116のトルクTdはエンジン150のトルクTeよりも大きい。従って、アシストモータ140は電力の供給を受け力行される。供給される電力はアシストモータ140の回転数とトルクの積に等しく、図7中のハッチングを施した領域「AO1+AO2」の面積に等しい。

【0063】一方、車軸116の回転数Ndはエンジン150の回転数Neよりも小さい。このとき、クラッチモータ130は図5の場合と同様、相対的に逆転する。従って、クラッチモータ130は回生運転となる。回生される電力はクラッチモータ130の回転数NcとトルクTcの積に等しく、図7中のハッチングを施した領域「AO2+GO1」の面積に等しい。クラッチモータ130で回生された電力は、アシストモータ140の力行のために供給される。回生された電力と供給される電力とは等しくなる。かかる変換では、先に図25で示したのと同様、下流側に位置するクラッチモータ130から上流側に位置するアシストモータ140に電力が供給さ

* エンジン150のトルクTeよりも小さい。従って、アシストモータ140は負のトルク、正の回転数で運転される。つまり、アシストモータ140は回生運転される。このとき回生される電力は変速ギヤTG1の回転数とトルクの積に等しく、図6中のハッチングを施した領域「AU2+GU3」の面積に等しい。両モータでの運転効率を100%と仮定すれば、クラッチモータ130で回生される電力とアシストモータ140に供給される電力とが等しくなる。かかる変換では、先に図23で示したのと同様、下流側に位置するアシストモータ140から上流側に位置するクラッチモータ130に電力が供給されるため、動力の循環が生じる。図6中の領域GU3が循環する動力に相当する。

【0061】アンダードライブ結合において、上述の変換を実現するための、アシストモータ140およびクラッチモータ130の運転ポイントは、それぞれ以下の通りとなる。アシストモータ140の回転数およびトルクは、変速ギヤTG1の回転数およびトルクに変速比「1+ρ」を反映させて求めることができる。

れるため、動力の循環が生じる。図7中の領域AO2が循環する動力に相当する。

【0064】図8はオーバードライブ結合について、
「車軸116の回転数Nd>エンジン150の回転数Ne」の場合におけるトルク変換の様子を示す説明図である。図8に示した変換を行う場合、車軸116のトルクTdはエンジン150のトルクTeよりも小さい。従って、アシストモータ140は負荷を与えてエンジン150からの出力トルクを低減するため、回生運転される。回生される電力はアシストモータ140の回転数とトルクの積に等しく、図8中のハッチングを施した領域「AO3」の面積に等しい。

【0065】一方、車軸116の回転数Ndはエンジン150の回転数Neよりも大きい。このとき、クラッチモータ130は相対的に正転し、力行運転となる。供給される電力はクラッチモータ130の回転数NcとトルクTcの積に等しく、図8中のハッチングを施した領域「GO2」の面積に等しい。クラッチモータ130にはアシストモータ140で回生された電力が供給される。回生された電力と供給される電力とは等しい。かかる変換では、先に図26で示したのと同様、上流側に位置す

るアシストモータ140から下流側に位置するクラッチモータ130に電力が供給されるため、動力の循環は生じない。

クラッチモータ130の回転数 $N_c = N_d - N_e$;

トルク $T_c = T_d$;

アシストモータ140の回転数 $N_a = N_e$;

トルク $T_a = T_d - T_e$; ... (3)

【0067】以上で説明した通り、本実施例のハイブリッド車両は、アシストモータ140の結合状態、および車軸116の回転数 N_d とエンジン150の回転数 N_e との大小関係に応じて、エンジン150から出力された動力を要求された回転数およびトルクからなる動力に変換して、車軸116から出力することができる(以下、この運転モードを通常走行と呼ぶ)。その他、エンジン150を停止してアシストモータ140を動力源として走行することも可能である(以下、この運転モードをEV走行とよぶ)。EV走行はアンダードライブ結合で行われる。また、停車中にエンジン150の動力でアシストモータ140を回生運転して発電することも可能である。この発電はオーバードライブ結合で行われる。

【0068】図6に示した通り、車軸116の回転数 N_d がエンジン150の回転数 N_e よりも大きい走行時(以下、オーバードライブ走行とよぶ)に、アンダードライブ結合で走行すれば、動力の循環が生じ、車両の運転効率が低下する。図7に示した通り、車軸116の回転数 N_d がエンジン150の回転数 N_e よりも小さい走行時(以下、アンダードライブ走行と呼ぶ)に、オーバードライブ結合で走行すれば、動力の循環が生じ、車両の運転効率が低下する。本実施例のハイブリッド車両は、運転効率を向上するため、基本的にアンダーライ

30 走時にはアンダードライブ結合で走行し、オーバードライブ走行時にはオーバードライブ結合で走行するようにアシストモータ140の結合状態を制御する。

【0069】図9は本実施例のハイブリッド車両における各種走行モードの使い分けの様子を示す説明図である。図中の曲線LIMはハイブリッド車両が走行可能な領域を示している。図示する通り、車速およびトルクが比較的低い領域では、EV走行を行う。車速およびトルクが所定値以上の領域では、通常走行を行う。図中の曲線Aはエンジン150の回転数 N_e と車軸116の回転数 N_d が等しくなる境界を示している。かかる曲線Aよりもトルクが低い側の領域では原則としてオーバードライブ結合により走行し、高い側の領域ではアンダードライブ結合または中立状態により走行する。例えば、図10中の曲線DDに沿って車両の走行状態が変化していく場合には、当初EV走行を行った後、オーバードライブ結合による走行に移行することになる。

【0070】(3)運転制御処理:次に、本実施例のハイブリッド車両の運転制御処理について説明する。先に説明した通り、本実施例のハイブリッド車両は、EV走

*【0066】オーバードライブ結合において、上述の変換を実現するための、アシストモータ140およびクラッチモータ130の運転ポイントは、次の通りとなる。

行、通常走行など種々の運転モードにより走行することができる。制御ユニット190内のCPU(以下、単に「CPU」という)は車両の走行状態に応じて運転モードを判定し、それぞれのモードについてエンジン150、クラッチモータ130、アシストモータ140、クラッチ210、ブレーキ220の制御を実行する。これらの制御は種々の制御処理ルーチンを周期的に実行することにより行われる。以下では、これらの運転モードのうち、通常走行モードについてトルク制御処理の内容を説明する。

【0071】図10は通常走行時のトルク制御ルーチンのフローチャートである。この処理が開始されるとCPUは駆動軸、つまり車軸116から出力すべきエネルギー P_d を設定する(ステップS10)。この動力は、アクセルペダルポジションセンサ165により検出されたアクセルの踏み込み量および車速に基づいて設定される。駆動軸から出力すべきエネルギー P_d は、車軸116の回転数 N_d と目標トルク T_d の積で表される。目標トルク T_d はアクセル開度および車速に応じたテーブルとして予め設定されている。

【0072】次に、充放電電力 P_b および補機駆動エネルギー P_h を算出する(ステップS15、S20)。充放電電力 P_b とは、バッテリー194の充放電に要するエネルギーであり、バッテリー194を充電する必要がある場合には正の値、放電する必要がある場合には負の値を取る。補機駆動エネルギー P_h とは、エアコンなどの補機を駆動するために必要となる電力である。こうして算出された電力の総和が要求動力 P_e となる(ステップS25)。

【0073】なお、トルク制御ルーチンでは、単位時間当たりのエネルギー収支を考慮してエンジン150等の制御を実行する。従って、本明細書でエネルギーという場合は、全て単位時間当たりのエネルギーを意味するものとする。この意味で、本明細書においては、機械的なエネルギーは動力と同義であり、電気的なエネルギーは電力と同義である。

【0074】次に、CPUは、こうして設定された要求動力 P_e に基づいてエンジン150の運転ポイントを設定する(ステップS30)。運転ポイントとは、エンジン150の目標回転数 N_e と目標トルク T_e の組み合わせをいう。エンジン150の運転ポイントは、予め定められたマップに従って、基本的にはエンジン150の運転効率を優先して設定する。

【0075】図11はエンジンの運転ポイントと運転効率との関係について示す説明図である。回転数 N_e を横軸に、トルク T_e を縦軸にとりエンジン150の運転状態を示している。図中の曲線Bはエンジン150の運転が可能な限界範囲を示している。曲線 $\alpha 1$ から $\alpha 6$ まではエンジン150の運転効率が一定となる運転ポイントを示している。 $\alpha 1$ から $\alpha 6$ の順に運転効率は低くなっていく。また、曲線C1からC3はそれぞれエンジン150から出力される動力（回転数×トルク）が一定となるラインを示している。

【0076】エンジン150は図示する通り、回転数およびトルクに応じて、運転効率が大きく相違する。エンジン150から曲線C1に相当する動力を出力する場合には、図中のA1点に相当する運転ポイント（回転数およびトルク）が最も高効率となる。同様に曲線C2およびC3に相当する動力を出力する場合には図中のA2点およびA3点で運転する場合が最も高効率となる。出力すべき動力ごとに最も運転効率が高くなる運転ポイントを選択すると、図中の曲線Aが得られる。これを動作曲線と呼ぶ。なお、この曲線Aは先に図9に示した曲線Aと同じである。

【0077】図10のステップS30における運転ポイントの設定では、予め実験的に求められた動作曲線Aを制御ユニット190内のROMにマップとして記憶しておき、かかるマップから要求動力 P_e に応じた運転ポイントを読み込むことで、エンジン150の目標回転数 N_e および目標トルク T_e を設定する。こうすることにより、エンジン150について効率の高い運転ポイントを設定することができる。

【0078】こうして設定されたエンジン150の運転ポイントに応じて、CPUは結合状態切り替え制御処理を行う（ステップS100）。この処理は、ハイブリッド車両の走行状態に応じてアンダードライブ結合（図2の結合状態B）とオーバードライブ結合（図2の結合状態C）とで切り替える処理である。処理内容の詳細は後述する。この処理を実行することにより、アシストモータ140はアンダードライブ結合またはオーバードライブ結合のいずれかの結合状態を採る。

【0079】次にCPUはクラッチモータ130およびアシストモータ140のトルクおよび回転数の指令値を設定する（ステップS200）。アンダードライブ結合時には、先に示した式（2）において、車軸の回転数 N_d 、トルク T_d にそれぞれ目標回転数 N_{d*} 、 T_{d*} を代入し、エンジンの回転数 N_e 、トルク T_e にステップS30で設定した目標回転数 N_{e*} 、目標トルク T_{e*} を代入して設定される。オーバードライブ結合の場合には、先に示した式（3）において、それぞれ上記諸量を代入することにより設定される。

【0080】こうして設定されたトルク指令値および回転数指令値に基づいて、CPUはクラッチモータ13

0、アシストモータ140、エンジン150の運転を制御する（ステップS205）。モータの運転制御処理は、同期モータの制御として周知の処理を適用することができる。本実施例では、いわゆる比例積分制御による制御を実行している。つまり、各モータの現在のトルクを検出し、目標トルクとの偏差および目標回転数に基づいて、各相に印加する電圧指令値を設定する。印加される電圧値は上記偏差の比例項、積分項、累積項によって設定される。それぞれの項にかかる比例係数は実験などにより適切な値が設定される。こうして設定された電圧は、駆動回路191、192を構成するトランジスタインバータのスイッチングのデューティに置換され、いわゆるPWM制御により各モータに印加される。

【0081】CPUは駆動回路191、192のスイッチングを制御することによって、上述の通り、クラッチモータ130およびアシストモータ140の運転を直接制御する。これに対し、エンジン150の運転は現実にはEFI ECU170が実施する処理である。従って、制御ユニット190のCPUはEFI ECU170に対してエンジン150の運転ポイントの情報を出力することで、間接的にエンジン150の運転を制御する。

【0082】以上の処理を周期的に実行することにより、本実施例のハイブリッド車両は、エンジン150から出力された動力を所望の回転数およびトルクに変換して駆動軸から出力し、走行することができる。

【0083】次に、結合状態の切り替えについて説明する。図12は結合状態切り換え制御ルーチンのフローチャートである。本ルーチンが開始されると、CPUは車軸116の目標運転ポイント、即ち目標回転数 N_{d*} および目標トルク T_{d*} を読み込む（ステップS102）。次に、車軸116の目標運転ポイントに基づいて、CPUは結合状態の切換が必要であるか否かを判定する（ステップS104）。切り替えの判断について具体例で説明する。

【0084】図13はアンダードライブ結合からオーバードライブ結合への切り替えの判断を示す説明図である。図13中の曲線Aは先に示した図9中の曲線Aに対応しており、アンダードライブ結合に適した走行領域UDとオーバードライブ結合に適した走行領域ODとの境界に相当する。曲線DUはハイブリッド車両の走行中における車速とトルクの変遷を示している。図中の矢印で示す通り、車両は走行抵抗DDよりも大きなトルクを出力して加速される。加速とともに出力トルクが低下し、やがて出力トルクと走行抵抗DDとが釣り合った速度で定常的に走行する。アンダードライブ結合からオーバードライブ結合への切り替えは、例えばこうした加速の過程で生じる。車速の変化に伴って車軸116の回転状態が、図中の矢印で示されるように変化し、曲線Aと交差するポイントPD1に至ったとき、CPUはオーバードライブ結合への切り換えを行うべきと判断する。

10

20

30

40

50

【0085】図14はオーバードライブ結合からアンダードライブ結合への切り替えの判断を示す説明図である。曲線DDは勾配のない道路を定常走行している状態での車速とトルクとの関係である。ある車速で定常走行している状態が図中の点P00に相当する。この状態で走行中に運転者がアクセルを踏み込むと、車両の出力トルクは図中の曲線DOに示すように増加し車両は加速する。オーバードライブ結合からアンダードライブ結合への切り替えは、例えばこうした過程で生じる。図中の矢印に従って車軸116の回転状態が変化し、曲線Aと交差するポイントP01に至ったとき、CPUはアンダードライブ結合への切り替えを行うべきと判断する。

【0086】このようにCPUは車速およびトルクが動作曲線を横切るか否かに基づいて切り替えの必要性を判断する。なお、本実施例では、結合状態の切り替えが頻繁に行われるのを回避するため、切り替えの判断処理に一定のヒステリシスを持たせている。つまり、アンダードライブ結合からオーバードライブ結合への切り替えは、図13中に示す通り、曲線Aと横切った後、領域OD内に設定された所定の境界線ULに至った場合に切り替えが必要と判断する。オーバードライブ結合からアンダードライブ結合への切り替えは、図14中に示す通り、曲線Aと横切った後、領域UD内に設定された所定の境界線HLに至った場合に切り替えが必要と判断する。ヒステリシスの幅、即ち、曲線UL、HLの位置は車両の運転効率や頻繁な切り替えによって生じる乗り心地の低下などを考慮して、任意に設定することができる。

【0087】ステップS104において、切り替えが必要と判断された場合には、切り替え処理が実行され（ステップS106）、切り替え不要と判断された場合には、この処理をスキップして結合状態切り替え制御ルーチンを終了する。図2に示した通り、アンダードライブ結合（結合状態B）は、クラッチ210をオフ、ブレーキ220をオンにした結合状態である。オーバードライブ結合（結合状態C）は、クラッチ210をオン、ブレーキ220をオフにした結合状態である。両者間の切り替えは、いわゆる半クラッチ状態を経て行われる。アンダードライブ結合からオーバードライブ結合への切り替えは、ブレーキ220の油圧を徐々に低減しつつ、クラッチ210の油圧を徐々に増大させることによって行われる。オーバードライブ結合からアンダードライブ結合への切り替えは、逆に、ブレーキ220の油圧を徐々に増大させつつ、クラッチ210の油圧を徐々に低減させることによって行われる。もちろん、クラッチ210、ブレーキ220の双方を一旦オフにした状態を経てから、いずれか一方をオンにする態様で切り替えを行うものとしても構わない。

【0088】以上で説明した本実施例のハイブリッド車両によれば、車軸116とエンジン150の回転数の大

小関係に応じてアシストモータ140の結合先を切り替えることによって、動力の循環を抑制した高い効率でハイブリッド車両を運転することができる。

【0089】また、本実施例のハイブリッド車両では、オーバードライブ結合時とアンダードライブ結合時とで、アシストモータ140を異なる変速比で結合させることができる。図3に示した通り、アンダードライブ結合時にはアシストモータ140を変速比 $1+\rho$ の変速ギヤTG1、TG2を介してアウトロータ軸135に結合したのと等価な状態となる。オーバードライブ結合時には図4に示した通り、アシストモータ140をクランクシャフト156に直結したのと等価な状態となる。アンダードライブ結合時の方が大きな変速比でアシストモータ140は結合されることになる。このように異なる変速比でアシストモータ140を結合させることにより、本実施例のハイブリッド車両は、高効率で運転できる領域を拡大することができる。以下、かかる効果について説明する。

【0090】図15はエンジンから出力された動力をトルク変換して出力する様子を示す説明図である。図中の曲線Aはエンジンの動作曲線である。エンジンはこの曲線上の運転ポイントで運転される。曲線Pは動力が一定となる状態を示す曲線である。既に説明した通り、クラッチモータ130およびアシストモータ140の作用により、本実施例のハイブリッド車両は、エンジンから出力された動力の回転数およびトルクを種々の値に変換して車軸116に出力することができる。例えば、エンジンから出力されている動力が曲線A、Pの交点、即ち、図中のPeで運転されている場合、バッテリー194の充電を伴わないものとすれば、曲線P上の種々の点で表される動力を車軸116から出力することができる。

【0091】曲線P上の点のうち、図中の点Pu1、Pu2で表される動力を出力する場合を考える。これらは、エンジン150の回転数を低減し、トルクを増大する場合、即ちアンダードライブ走行に相当する。既に説明した通り、かかる変換は、アンダードライブ結合で実現される。エンジンから出力される動力Peを点Pu1、Pu2で表される動力に変換する場合、不足分のトルクTa1、Ta2はそれぞれアシストモータ140で出力する。

【0092】エンジン150から出力される動力をアンダードライブ走行側に変換可能な限界は、アシストモータ140でトルクを増大可能な限界によって決定される。例えば、アシストモータ140を変速ギヤを介することなくアウトロータ軸135に結合している場合、アシストモータ140が出力可能なトルクの上限値がTa1であるものとすれば、それよりも大きなトルクTa2の出力を要する点Pu2への変換は実現できない。

【0093】これに対し、本実施例のハイブリッド車両は、アンダードライブ結合時には変速比 $1+\rho$ の変速ギ

ヤTG1、TG2を介してアシストモータ140を結合したのと等価な構成となる。従って、アシストモータ140が上限値 $Ta1$ に相当するトルクを出力することによって、実際には、 $Ta1 \times (1 + \rho)$ のトルクを付加することができる。この値はトルク $Ta2$ に相当するものとすれば、本実施例のハイブリッド車両は、図中の点Pu2までの変換を実現することができる。即ち、アンダードライブ結合において、変速ギヤTG1、TG2を介した構成を実現することにより、アンダードライブ走行側の運転領域を、点Pu1から、より高トルクを出力可能な点Pu2まで拡張することができる。

【0094】曲線P上の点のうち、図中の点Po1、Po2で表される動力を出力する場合を考える。これらは、エンジン150の回転数を増大し、トルクを低減する場合、即ちオーバードライブ走行に相当する。既に説明した通り、かかる変換は、オーバードライブ結合で実現される。エンジンから出力される動力Peを点Po1、Po2で表される動力に変換する場合、回転数の増速はクラッチモータ130で行われる。

【0095】エンジン150から出力される動力をオーバードライブ走行側に変換可能な限界は、クラッチモータ130、アシストモータ140の最大回転数によって決定される。例えば、アンダードライブ結合時に実現される変速比 $1 + \rho$ の変速ギヤを介したままの状態でアシストモータ140がエンジン側に結合された場合を考える。このときは、エンジンを点Peに相当する回転数Neで回転させると、アシストモータは $(1 + \rho) \times Ne$ で回転することになる。アシストモータ140の上限回転数がこの回転数よりも低い場合、エンジンを点Peで運転させることができない。アシストモータ140の上限回転数の範囲では、エンジンを図中の点Pe'など回転数Neよりも低い状態で運転する必要が生じる。

【0096】一方、先に説明した通り、オーバードライブ走行時に、エンジンの回転数から車軸116の回転数への増速は、クラッチモータ130によって実現される。クラッチモータ130の回転数の上限値が図中のNclimに相当するとする。この場合は、エンジンが点Peに相当する回転数で運転されていれば、車軸の回転を点Po2に相当する状態まで増速することが可能である。これに対し、アシストモータ140の上限回転数に起因してエンジン150を図中の点Pe'で運転せざるを得ない場合には、クラッチモータ130の増速可能な範囲を超えるため、車軸の回転を点Po2に相当する状態まで増速することはできない。つまり、アンダードライブ結合時と同じ変速比でアシストモータ140をエンジンに結合した場合には、オーバードライブ走行側への増速可能な領域が狭くなる。これに対し、本実施例のハイブリッド車両は、オーバードライブ結合時には変速ギヤを介することなくアシストモータ140を直結した構成を実現する。従って、上述の制約を受けることなく、

点Po2に相当する動力を出力することができる。

【0097】アンダードライブ結合時に十分高トルクでの動力を出力する目的であれば、アシストモータ140の下流側に変速ギヤを設けて車軸116に動力を出力する構成も可能である。つまり、図21の領域TG部に固定の減速ギヤを設けることも可能である。かかる構成において実現されるオーバードライブ結合は、図21に示す通ず領域TG部に減速ギヤを設けた構成となる。この構成によって、エンジンから出力される動力(図15中の点Pe)をオーバードライブ走行側に変換して出力する場合を考える。この構成では、オーバードライブ走行時も、減速ギヤの作用によってクラッチモータ130のアウトロータ軸の回転数が減速されて車軸116に伝達される。逆に言えば、アウトロータの上限回転数よりも低い回転数で車軸116は回転することになる。従って、アウトロータの上限回転数が図15中の値No2に相当するものとすれば、これよりも低い回転数No1が車軸116の上限回転数となる。アンダードライブ結合時に十分高トルクでの動力を出力可能な減速ギヤを介して車軸116に動力を出力する構成を採った場合には、オーバードライブ走行側の動力はアウトロータの上限回転数No2よりも低い回転数No1までの範囲に制限される。これに対し、本実施例のハイブリッド車両は、アンダードライブ結合時に、変速比の大きい減速ギヤを介して車軸116に動力を出力する必要がない。従って、オーバードライブ走行時にも、上述の制約を受けることなく十分高速での運転を実現することができる。

【0098】図16はハイブリッド車両の運転可能領域の制限を示す説明図である。図中の一点鎖線はアンダードライブ結合時において車軸116から出力可能な回転数、トルクの範囲を示している。実線はオーバードライブ結合時において車軸116から出力可能な回転数、トルクの範囲を示している。先に説明した通り、本実施例のハイブリッド車両はアンダードライブ結合時に、変速比 $1 + \rho$ の変速ギヤを用いたのと等価な構成を実現することにより、点Pu2に相当するトルクを出力することができる。これは、変速ギヤを用いない場合の上限トルク(点Pu1に対応するトルク)よりも高い。換言すれば、変速ギヤを用いない構成において、点Pu1に相当するトルクを出力可能な状態でアシストモータ140を運転することによって、それよりも高いトルクに対応した点Pu2に相当するトルクの出力を実現することができる。

【0099】一方、オーバードライブ結合時には変速ギヤを介することなくエンジンに結合したのと等価な構成を実現することにより、点Po2に相当する回転数の動力を出力することができる。アンダードライブ結合時に相当する変速比でオーバードライブ結合を実現した場合には、アシストモータ140およびクラッチモータ130の上限回転数に起因して、図中の点Po1に相当する

回転数が出力可能な動力の上限値となる。点P₀₂の回転数は点P₀₁の回転数よりも高い。

【0100】このように変速ギヤを介してアシストモータ140を結合すれば、図中の一点鎖線で示した範囲の動力を出力することができる。変速ギヤを介することなくアシストモータ140を結合すれば、図中の実線で示した範囲の動力を出力することができる。本実施例のハイブリッド車両は、アンダードライブ結合時とオーバードライブ結合時とで異なる変速比でアシストモータ140を結合することにより、図中の一点鎖線で示した領域と実線で示した領域とを適宜使い分けることができる。従って、より広範な領域でハイブリッド車両を運転することができる。運転可能な領域を拡張できる範囲は、変速比 ρ によって定まる。車両に要求される最大トルク、最大車速およびアシストモータ140、クラッチモータ130の運転可能な範囲などに応じて適切な変速比を設定すればよい。

【0101】更に、本実施例のハイブリッド車両によれば、動力系統の構成を簡略化することができる利点もある。アシストモータ140を常に直結する構成のハイブリッド車両においては、アンダードライブ結合において十分な出力トルクを確保するために、ディファレンシャルギヤ114の直前に固定の減速ギヤを設ける必要が生じるのが通常である。即ち、図21の領域TG部に固定の減速ギヤを設ける必要が生じる。この結果、動力を出力する系統について、減速ギヤの分だけ、構成が複雑化するとともに、装置が大型化することが多い。これに対し、本実施例のハイブリッド車両では、アンダードライブ結合時に十分な出力トルクを確保することができるから、固定の減速ギヤを設ける必要性が低い。切替機構としてのブラネタリギヤ200は、比較的小型の装置である。従って、本実施例のハイブリッド車両によれば、装置の小型化および簡略化を図ることができる。

【0102】上述のハイブリッド車両では、ブラネタリギヤ200を用いた切替機構によってアシストモータ140の結合先を切り替える場合を例示した。上述の例では、ブラネタリギヤ200のサンギヤ201にブレーキ220、ブラネタリキャリア203にクラッチモータ130、リングギヤ204にアシストモータ140を結合した場合を例示した。ブラネタリギヤ200とブレーキ220、クラッチモータ130、アシストモータ140の結合は、これに限らず種々の態様を採りうる。

【0103】図17は第1の変形例としてのハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。実施例(図1)の構成に対し、ブラネタリギヤ200とブレーキ220、クラッチモータ130、アシストモータ140との結合が相違する。第1の変形例では、サンギヤ201にアシストモータ140、ブラネタリキャリア203にクラッチモータ130、リングギヤ204にブレーキ220を結合する。その他の構成は、実施例と同じである。

【0104】第1の変形例のハイブリッド車両では、ブレーキ220によってリングギヤ204の回転を制止することにより、実施例と同様、アシストモータ140を所定の変速比でクラッチモータ130に結合することができる。先に示した式(1)によれば、「 $N_c = \rho / (1 + \rho) \times N_s$ 」なる関係があるから、実現される変速比は、「 $(1 + \rho) / \rho$ 」となる。ブラネタリギヤでは、 ρ は $0 < \rho < 1$ なる範囲である。従って、第1の変形例のハイブリッド車両では、実施例のハイブリッド車両の変速比 $(1 + \rho)$ よりも大きい変速比を実現することができる。図示を省略するが、ブラネタリギヤ200とブレーキ220、クラッチモータ130、アシストモータ140との結合は、実施例および第1の変形例に示した例に限らず、種々の組み合わせを採ることができる。

【0105】実施例および第1の変形例では、クラッチモータ130を動力調整装置として適用した場合を例示した。動力調整装置とは、エンジン150から出力された動力の大きさを電力のやりとりによって変更可能な装置をいう。クラッチモータ130は電力の供給を受けて回転数を増速したり、電力を回生することで回転数を低減したりして、エンジン150から出力された動力の大きさを変更しつつ、車軸116側に伝達することができる。動力調整装置は、かかる作用を奏する構成であれば、クラッチモータ130に限らず種々の装置を適用することができる。異なる構成の動力調整装置を適用した場合を第2の変形例として例示する。

【0106】図18は第2の変形例のハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。ここでは、動力をやりとりする要素についてのみ示した。制御ユニットや駆動回路等の電気系統は図示を省略した。第2の変形例は、クラッチモータ130に代えてブラネタリギヤ230と電動発電機240とが用いられる。その他の構成は、第1実施例のハイブリッド車両(図1参照)と同じである。

【0107】ブラネタリギヤ230のサンギヤ231は、電動発電機240のロータ242に結合されている。ブラネタリキャリア233は、エンジン150のクランクシャフト156と結合されている。リングギヤ234の回転軸であるリングギヤ軸235はディファレンシャルギヤ114を介して車軸116に結合されている。

【0108】電動発電機240は、アシストモータ140と同様の構成をしている。つまり、電動発電機240はステータ244にコイルが巻回され、ロータ242に永久磁石が貼付された三相同期モータとして構成されている。ステータ244はケースに固定されている。ステータ244に巻回されたコイルに三相交流を流すと回転磁界が生じ、ロータ242に貼付された永久磁石との相互作用によってロータ242が回転する。電動発電機2

10

20

30

40

50

40は、ロータ242が外力によって回転されると、その動力を電力として回生する発電機としての機能も奏する。なお、電動発電機240のステータ244に巻回されたコイルは、実施例のクラッチモータ130と同様、駆動回路191と電氣的に接続されている（図1参照）。制御ユニット190が駆動回路191のトランジスタをオン・オフすることにより電動発電機240の運転を制御することができる。

【0109】第2の変形例のハイブリッド車両では、ブラネタリギヤ230と電動発電機240の組み合わせにより、図1に示した実施例におけるクラッチモータ130と同等の作用、即ち動力調整装置としての作用を奏することができる。クラッチモータ130のインナロータ軸133に相当するのがブラネタリキャリア233であり、アウトロータ軸135に相当するのがリングギヤ234である。

【0110】エンジン150からブラネタリキャリア233に動力が入力されると、実施例で示した式（1）に従い、リングギヤ234およびサンギヤ231が回転する。リングギヤ234およびサンギヤ231のいずれか一方の回転を止めることも可能である。リングギヤ234が回転することにより、エンジン150から出力された動力の一部を車軸116に機械的な形で伝達することができる。また、サンギヤ231が回転することにより、エンジン150から出力された動力の一部で電動発電機240を駆動することができ、電力を回生することができる。一方、電動発電機240を力行すれば、電動発電機240から出力されたトルクは、サンギヤ231、ブラネタリキャリア233およびリングギヤ234を介して車軸116に機械的に伝達することができる。従って、電動発電機240を力行することにより、エンジン150から出力されたトルクを増大して車軸116に出力することも可能である。

【0111】このように、第2の変形例では、ブラネタリギヤ230と電動発電機240の組み合わせにより、電力のやりとりを通じてブラネタリキャリア233に輸入された動力の大きさを変更して、リングギヤ234側に出力することができる。また、サンギヤ231とリングギヤ234の回転数は式（1）の拘束条件の下で任意に変更可能であるから、エンジン150から出力された動力を種々の回転数に変換してリングギヤ234に出力することも可能である。クラッチモータ130の場合は、インナロータ132のトルクとアウトロータ134のトルクは、作用・反作用の原理に従い、必ず等しくなる。これに対し、ブラネタリギヤ230では、ブラネタリキャリア233のトルク、リングギヤ234のトルク、サンギヤ231のトルクは式（1）に従い、所定の比例関係にある。つまり、クラッチモータ130では、エンジン150から出力されたトルクの大きさを変更することなく車軸116側に出力するのに対し、ブラネタ

リギヤ230ではエンジン150から出力されたトルクに所定の比率を乗じたトルクが車軸116に出力される。この点が、動力調整装置としての作用の相違であるが、常に一定の比率を乗じたトルクが伝達されるため、トルク変換の制御処理等は実施例の処理が実質的に適用可能である。

【0112】第2の変形例には、実施例と同様、切替機構を構成するブラネタリギヤ200も備えられている。切替用のブラネタリギヤ200の各ギヤには次の要素がそれぞれ結合されている。ブラネタリギヤ200のサンギヤ201には実施例と同様、ブレーキ220が結合されている。ブラネタリキャリア203には、動力調整装置を構成するブラネタリギヤ230のリングギヤ234が結合されている。リングギヤ204にはアシストモータ140が結合されている。リングギヤ204は、クラッチ210によってエンジン150のクランクシャフト156と結合可能になっている。上述の通り、ブラネタリギヤ230のリングギヤ234は実施例におけるクラッチモータ130のアウトロータ軸135に相当する。また、ブラネタリキャリア233は実施例におけるクラッチモータ130のインナロータ軸133に相当する。従って、上記結合状態は、実施例におけるクラッチモータ130をブラネタリギヤ230と電動発電機240からなる装置に置換した構成と等価である。

【0113】第2の変形例においても、実施例と同様、クラッチ210、ブレーキ220のオン・オフを切り替えることによって、アシストモータ140の結合状態を種々変更することができる。図19は第2の変形例に関し、アシストモータ140の結合状態について示す説明図である。クラッチ210のオン・オフおよびブレーキ220のオン・オフで実現される4通りの組合せについて示した。

【0114】左上には、結合状態A1として、クラッチ210およびブレーキ220を共にオンにした場合の状態を示した。ブレーキ220がオンとなっているため、切替機構を構成するサンギヤ201の回転は制止される。また、クラッチ210が結合されているため、アシストモータ140はエンジン150に結合される。これは、実施例の結合状態Aに相当し、エンジン150の回転数に対して一義的に定まる回転数で車軸116は回転する。結合状態A1では、エンジン150から出力された動力の回転状態を任意に変更して車軸116に出力することはできない。

【0115】右上には、結合状態B1として、クラッチ210をオフにし、ブレーキ220をオンにした場合の結合状態を示した。ブレーキ220がオンになっているため、ブラネタリギヤ200についての回転状態は、結合状態A1と同じである。一方、クラッチ210がオフになっているため、アシストモータ140はエンジン150の回転数とは異なる回転数で回転可能である。これ

は実施例の結合状態Bに相当する。車軸116の目標回転数に応じてプラネタリギヤ230のリングギヤ234の回転数 N_d が決定されると、上式(1)に従って切替機構を構成するリングギヤ204の回転数 N_u は、「 $N_u = (1 + \rho) N_d$ 」で与えられる。即ち、アシストモータ140は減速比が $1 + \rho$ で与えられる固定のギヤを介してアウトロータ軸に結合された状態となる。実施例におけるアンダードライブ結合と等価な構成が実現される。

【0116】図2の左下には、結合状態C1として、クラッチ210をオンにし、ブレーキ220をオフにした場合の結合状態を示した。ブレーキ220がオフになっているため、サンギヤ201は自由に回転することができる。また、クラッチ210がオンになっているため、アシストモータ140がエンジン150の出力軸に直結される。これは、実施例の結合状態Cに相当する。実施例におけるオーバードライブ結合と等価な構成が実現される。

【0117】図2の右下には、結合状態D1として、クラッチ210およびブレーキ220を共にオフとした場合の結合状態を示した。ブレーキ220がオフになっているため、プラネタリギヤ200の結合状態は結合状態C1の場合と同じである。また、クラッチ210も解放されているため、アシストモータ140とエンジン150の結合も解放されている。これは実施例の結合状態Dに相当し、アシストモータ140は動力の伝達経路から完全に切り離された状態に相当する。

【0118】第2の変形例のハイブリッド車両は、上述の通り、クラッチ210およびブレーキ220のオン・オフによって実施例と同様の4通りの結合状態をとり得る。実施例と同様、結合状態B1（アンダードライブ結合）と結合状態C1（オーバードライブ結合）も実現可能である。従って、実施例と同様の制御処理を第2の変形例にも適用することができ、ハイブリッド車両の運転可能領域を拡張することができる。第2の変形例においても、切替機構を構成するプラネタリギヤ200と、アシストモータ140、動力調整装置を構成するプラネタリギヤ230および電動発電機240、ブレーキ220との結合は種々の態様を採ることができる。

【0119】切替機構もプラネタリギヤ200に限らず種々の構成を採ることができる。アシストモータ140の結合先を動力調整装置の上流側と下流側とに異なる変速比で結合可能な機構であればよい。かかる機構の変形例を第3の変形例として説明する。

【0120】図20は第3の変形例のハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。実施例と同様、動力調整装置としてクラッチモータ130を適用した場合を例示した。実施例がプラネタリギヤ200、クラッチ210、ブレーキ220を用いた切替機構を採用しているの

に対し、第3の変形例はシンクロナイズドギヤを用いている点で相違する。

【0121】シンクロナイズドギヤは、第1のギヤ111、第2のギヤ112aおよびスライドギヤ113とから構成される。スライドギヤ113は図示する通り、摺動可能に構成されており、第1のギヤ111と結合させたり、第2のギヤ112aと結合させたりすることができる。第3の変形例では、このスライドギヤ113にアシストモータ140のロータ142が結合されている。

第1のギヤ111にクラッチモータ130のアウトロータ134が結合されている。第2のギヤ112aは、さらに固定のギヤ112bを介してエンジン150のクラックシャフト156と結合されている。

【0122】スライドギヤ113を第1のギヤ111に結合させることにより、アシストモータ140をクラッチモータ130のアウトロータ134に結合することができる。つまり、アンダードライブ結合を実現することができる。このとき、アシストモータ140はアウトロータ134に直結した状態に相当する。

【0123】スライドギヤ113を第2のギヤ112aに結合させることにより、アシストモータ140をエンジン150側に結合することができる。つまり、オーバードライブ結合を実現することができる。このとき、アシストモータ140はスライドギヤ113よりもギヤ数の少ない2つのギヤ112a、112bを介してエンジン150側に結合されることになる。従って、変速比は値1よりも小さくなり、いわゆる増速状態で結合された状態に相当する。

【0124】第3の変形例の構成によれば、スライドギヤ113の摺動により、アシストモータ140を異なるギヤ比でクラッチモータ130の上流側と下流側とに結合することができる。従って、実施例と同様の制御により、ハイブリッド車両の運転可能領域を拡張することができる。切替機構は、これらに限らず種々の構成を適用することができる。但し、実施例に示したプラネタリギヤ200を用いた構成によれば、小型かつ簡略な構成でアシストモータ140の結合先および結合時の変速比の変更を実現することができる利点がある。

【0125】以上の実施例および変形例では、アンダードライブ結合においてアシストモータ140を結合する際の変速比の方が、オーバードライブ結合時における変速比よりも大きい場合を例示した。本実施例のように運転領域の拡張に主眼をおいて変速比を設定する場合には、かかる大小関係で変速比を設定することが望ましい。但し、本発明はかかる大小関係で変速比を設定する場合に限らない。アンダードライブ結合時の変速比とオーバードライブ結合時の変速比は、目的に応じて種々の設定が可能であり、後者が前者よりも大きくなる設定を採るものとしてもよい。

【0126】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、更に種々なる形態で実施し得ることは勿論である。例えば、本実施例のハイブリッド車両では、エンジンとしてガソリンエンジン150を用いたが、ディーゼルエンジンその他の動力源となる装置を用いることができる。また、本実施例では、モータとして全て三相同期モータを適用したが、誘導モータその他の交流モータおよび直流モータを用いるものとしてもよい。また、本実施例では、種々の制御処理をCPUがソフトウェアを実行することにより実現しているが、かかる制御処理をハード的に実現することもできる。更に、制御ユニット190により結合状態の切替制御を行う場合を実施の形態として示したが、手動で切り換える態様、または自動での切り換えと手動での切り換えとを選択可能な態様で構成することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例のハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

【図2】アシストモータ140の結合状態について示す説明図である。

【図3】クラッチ210をオフにし、ブレーキ220をオンにした場合と等価な結合状態を模式的に示す説明図である。

【図4】クラッチ210をオンにし、ブレーキ220をオフにした場合と等価な結合状態を模式的に示す説明図である。

【図5】アンダードライブ結合について、「車軸116の回転数 N_d <エンジン150の回転数 N_e 」の場合におけるトルク変換の様子を示す説明図である。

【図6】アンダードライブ結合について、「車軸116の回転数 N_d >エンジン150の回転数 N_e 」の場合におけるトルク変換の様子を示す説明図である。

【図7】オーバードライブ結合について、「車軸116の回転数 N_d <エンジン150の回転数 N_e 」の場合におけるトルク変換の様子を示す説明図である。

【図8】オーバードライブ結合について、「車軸116の回転数 N_d >エンジン150の回転数 N_e 」の場合におけるトルク変換の様子を示す説明図である。

【図9】本実施例のハイブリッド車両における各種走行モードの使い分けの様子を示す説明図である。

【図10】通常走行時のトルク制御ルーチンのフローチャートである。

【図11】エンジンの運転ポイントと運転効率との関係について示す説明図である。

【図12】結合状態切り換え制御ルーチンのフローチャートである。

【図13】アンダードライブ結合からオーバードライブ結合への切り替えの判断を示す説明図である。

【図14】オーバードライブ結合からアンダードライブ結合への切り替えの判断を示す説明図である。

【図15】エンジンから出力された動力をトルク変換して出力する様子を示す説明図である。

【図16】ハイブリッド車両の運転可能領域の制限を示す説明図である。

【図17】第1の変形例としてのハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

【図18】第2の変形例のハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

【図19】第2の変形例に関し、アシストモータ140の結合状態について示す説明図である。

【図20】第3の変形例のハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

【図21】電動機を駆動軸に結合したハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

【図22】アンダードライブ結合において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも高い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。

20 【図23】アンダードライブ結合において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも低い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。

【図24】電動機を出力軸に結合したハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

【図25】オーバードライブ結合において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも高い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。

【図26】オーバードライブ結合において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも低い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。

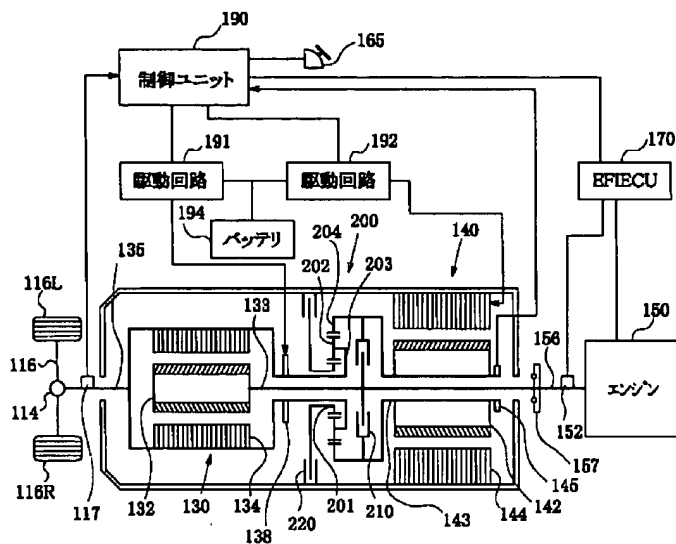
【符号の説明】

111…第1のギヤ
112a, 112b…第2のギヤ
113…スライドギヤ
114…ディファレンシャルギヤ
116R, 116L…駆動輪
116…車軸
117…回転数センサ
130…クラッチモータ
40 132…インナロータ
133…インナロータ軸
134…アウトロータ
135…アウトロータ軸
138…スリップリング
140…アシストモータ
142…ロータ
143…ロータ軸
144…ステータ
145…回転数センサ
50 150…エンジン

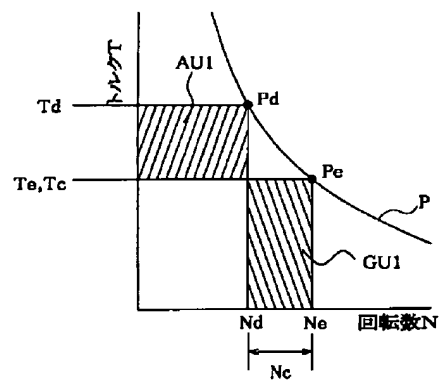
152…回転数センサ
 156…クラッチシャフト
 157…ダンパ
 165…アクセルペダルポジションセンサ
 190…制御ユニット
 191, 192…駆動回路
 194…バッテリー
 200…プラネタリギヤ
 201…サンギヤ
 202…プラネタリピニオンギヤ
 203…プラネタリキャリア

* 204…リングギヤ
 210…クラッチ
 220…ブレーキ
 230…プラネタリギヤ
 231…サンギヤ
 233…プラネタリキャリア
 234…リングギヤ
 240…電動発電機
 242…ロータ
 10 244…ステータ
 *

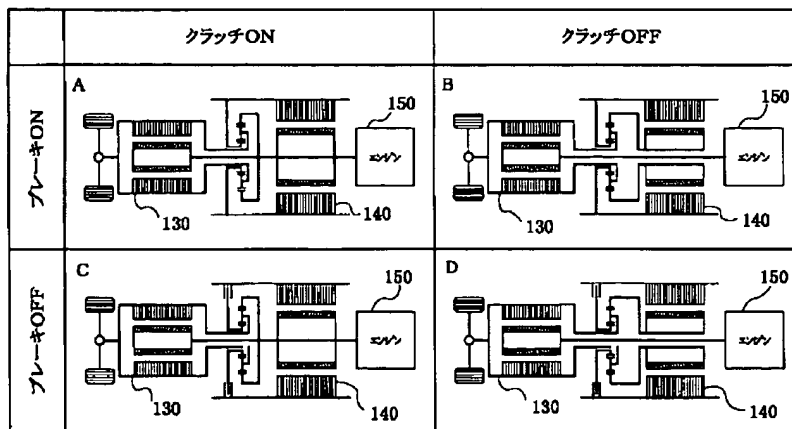
【図1】



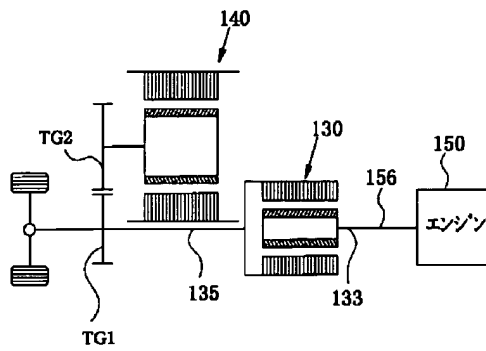
【図5】



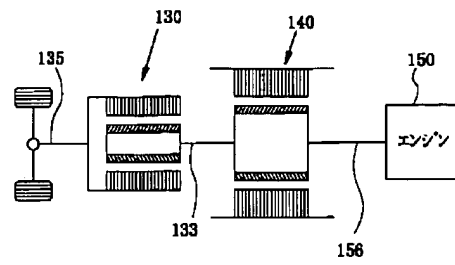
【図2】



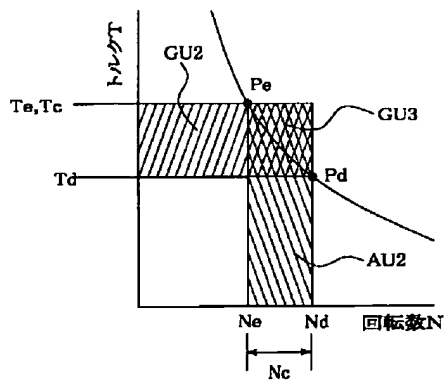
【図3】



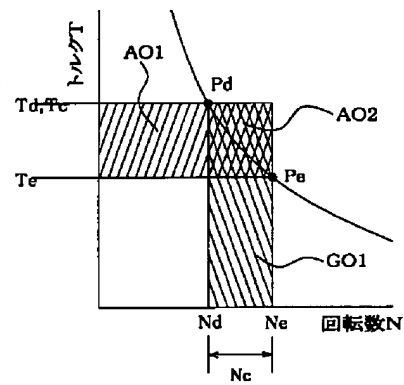
【図4】



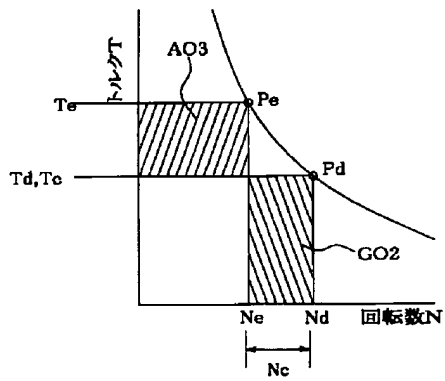
【図6】



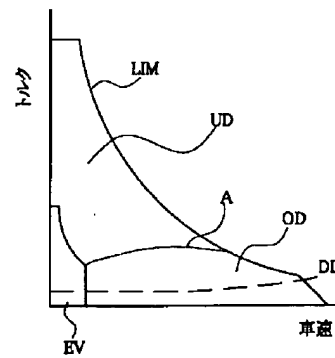
【図7】



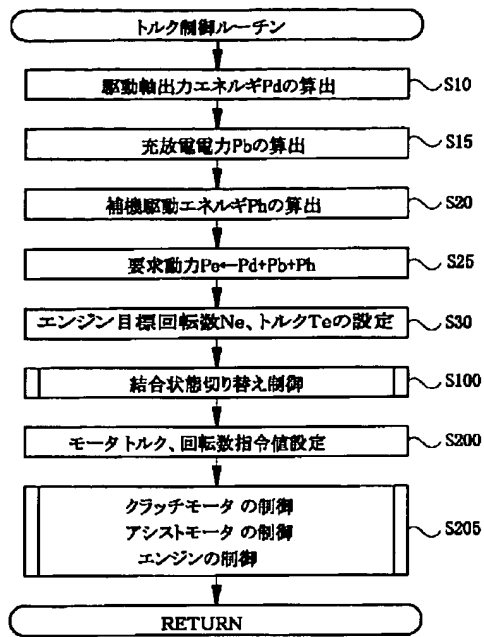
【図8】



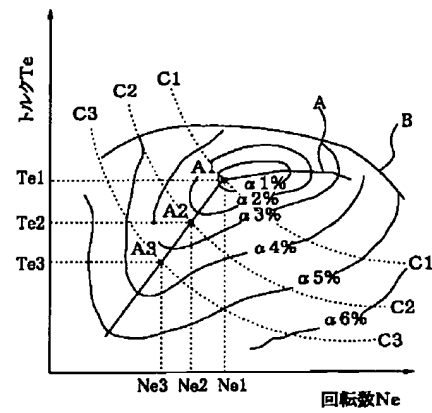
【図9】



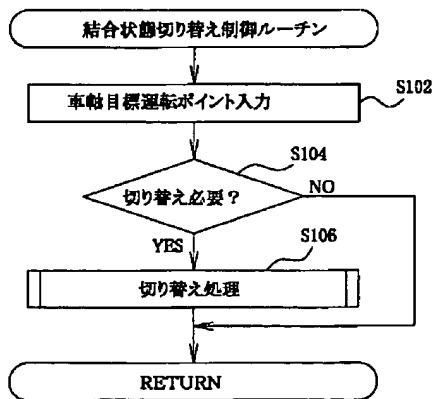
【図10】



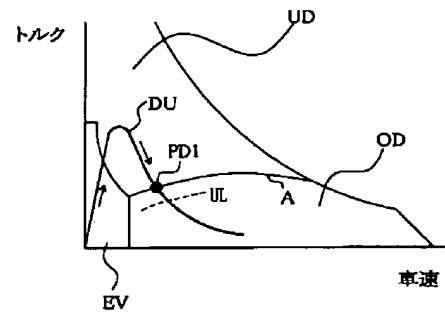
【図11】



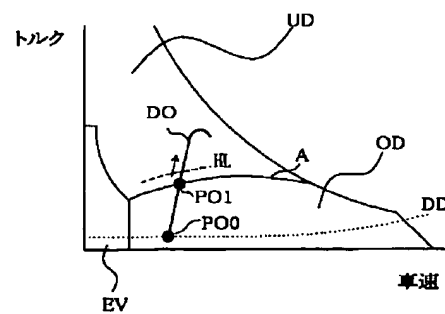
【図12】



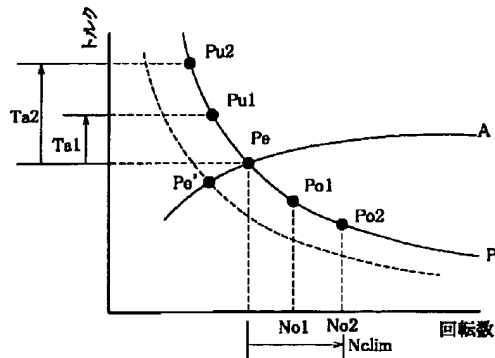
【図13】



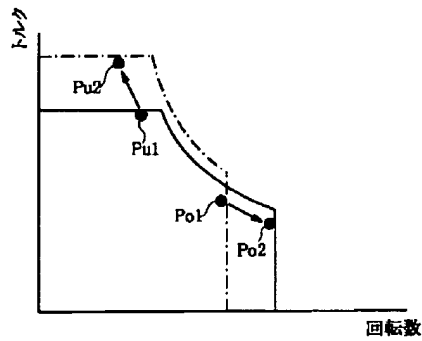
【図14】



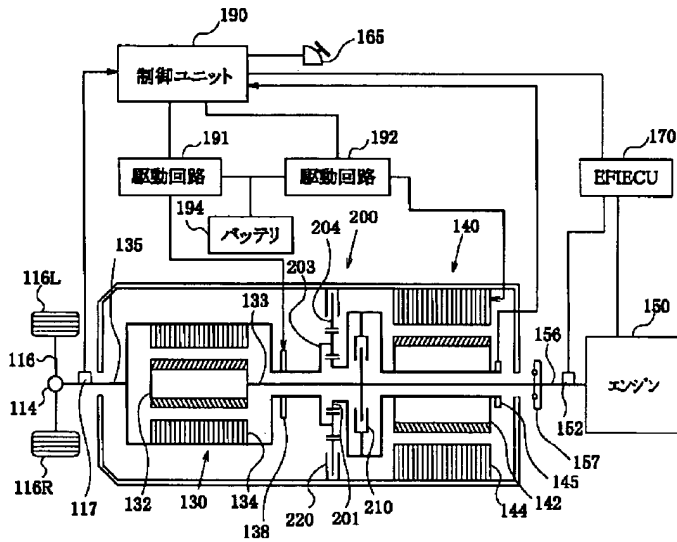
【図15】



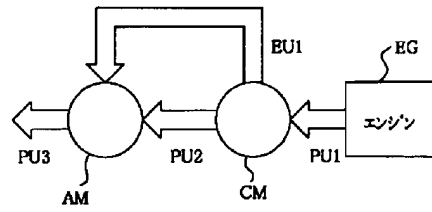
【図16】



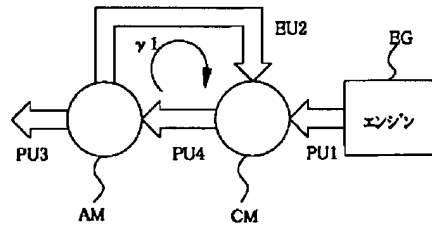
【図17】



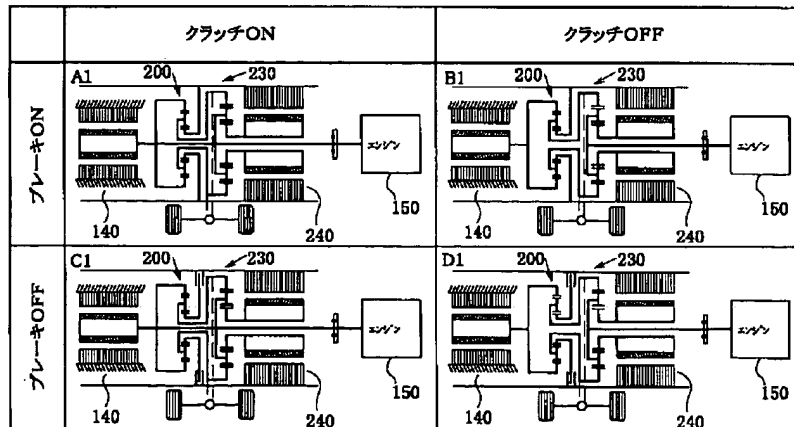
【図22】



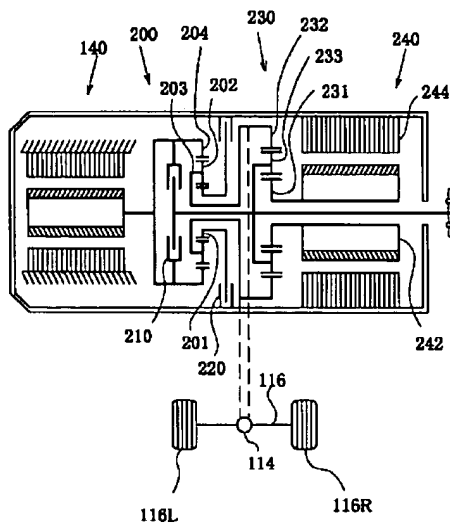
【図23】



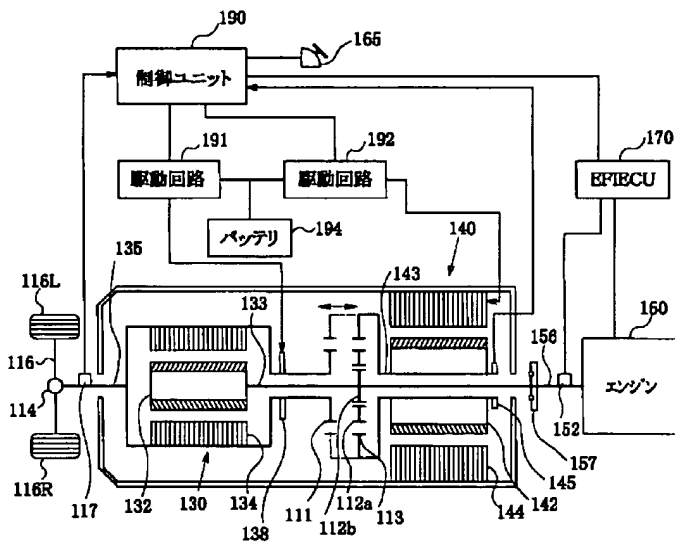
【図19】



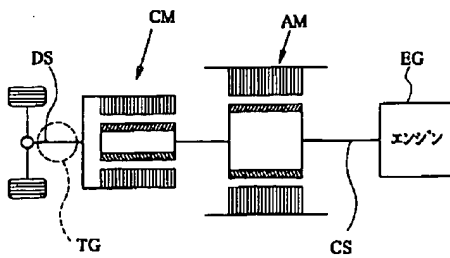
【図18】



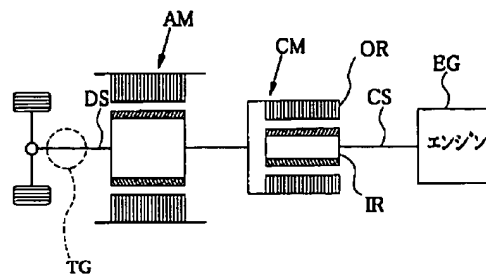
【図20】



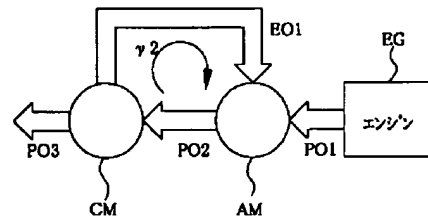
【図24】



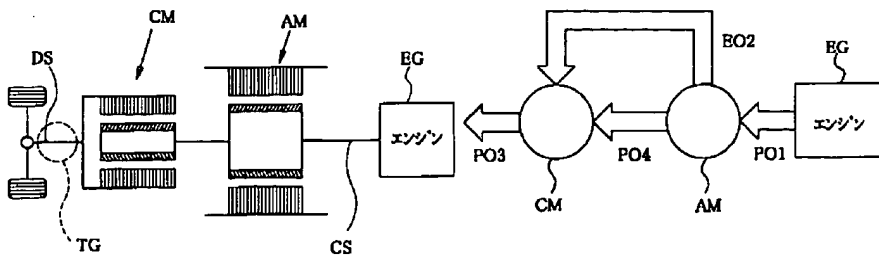
【図21】



【図25】



【図26】



フロントページの続き

(72)発明者 倉持 耕治郎

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内

F ターム(参考) 3D039 AA01 AA02 AA03 AB27 AC03

AC21 AD06 AD11

5H115 PA11 PG04 PI13 PI29 PU10

PU22 PU25 PV09 PV23 QN03

QN22 QN23 RB08 RE05 SE05

SE08 SJ12 TB01 TO21